

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-265088

(43)Date of publication of application : 11.10.1996

(51)Int.Cl.

H03H 9/145

H03H 3/08

H03H 9/25

H03H 9/64

(21)Application number : 07-064396

(71)Applicant : MURATA MFG CO LTD

(22)Date of filing : 23.03.1995

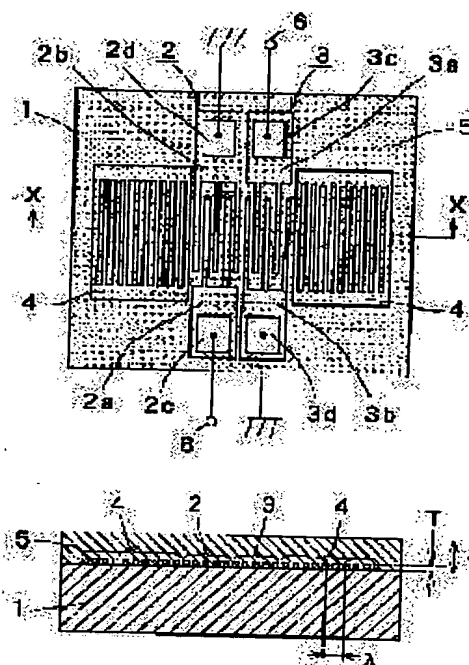
(72)Inventor : SHIMOE KAZUNOBU
HIRAISHI AKIRA

(54) SURFACE ACOUSTIC WAVE RESONATOR FILTER

(57)Abstract:

PURPOSE: To obtain the inexpensive and small sized surface acoustic wave resonator filter with excellent temperature characteristic, high performance and broad band.

CONSTITUTION: Interdigital transducers(IDTs) 2, 3 are formed close to each other on a 36° Y-cut X propagation LiTaO₃ piezoelectric substrate 1, reflectors 4, 4 are formed to the outside of the IDTs 2, 3, and an SiO₂ film 5 is formed to cover the IDTs 2, 3 and the reflectors 4, 4. The IDTs 2,3 and the reflectors 4, 4 are made of an Al, or Al, alloy and the electrode film thickness of the IDTs 2, 3, and the reflectors 4, 4, the film thickness of the SiO₂ film 5, and the total electrode finger pair number of the IDTs 2, 3 are selected to be a specific number.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 19.02.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3407459

[Date of registration] 14.03.2003

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's

decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 8 - 2 6 5 0 8 8

(43) 公開日 平成8年(1996)10月11日

(51) Int. Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 3 H	9/145	7259-5 J	H 0 3 H	9/145 C
	3/08	7259-5 J		3/08
	9/25	7259-5 J		9/25 C
	9/64	7259-5 J		9/64 Z

審査請求 未請求 請求項の数 5

O L

(全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平7-64396

(22) 出願日 平成7年(1995)3月23日

(71) 出願人 000006231

株式会社村田製作所

京都府長岡京市天神二丁目26番10号

(72) 発明者 下江 一伸

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式会社村田製作所内

(72) 発明者 平石 明

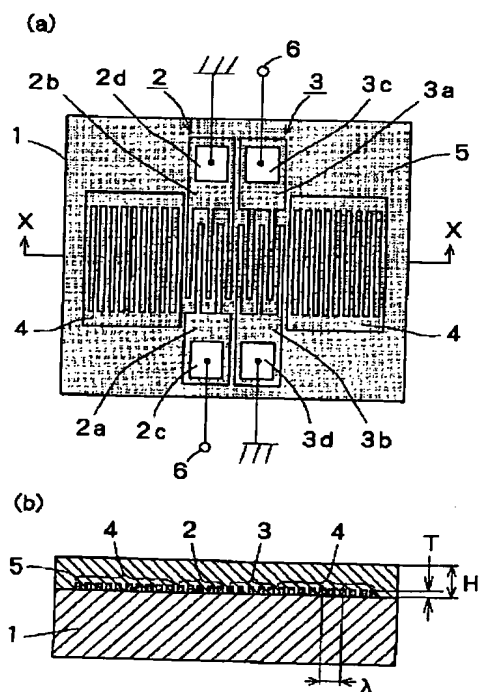
京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式会社村田製作所内

(54) 【発明の名称】 表面波共振子フィルタ

(57) 【要約】

【目的】 安価かつ小形で、温度特性の良好な、高性能、広帯域な表面波共振子フィルタを提供する。

【構成】 36° YカットX伝搬の LiTaO_3 基板1上に、IDT 2, 3が近接して形成され、IDT 2, 3の外側には反射器4, 4が形成され、IDT 2, 3及び反射器4, 4を覆うように SiO_2 膜5が形成されている。IDT 2, 3及び反射器4, 4はAlまたはAlの合金からなり、IDT 2, 3及び反射器4, 4の電極膜厚、 SiO_2 膜5の膜厚及びIDT 2, 3の総電極指対数が特定の範囲に限定されて形成されている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 36° YカットX伝搬のLiTaO₃基板上に、複数のIDTが近接して形成され、前記複数のIDTの両側に反射器が形成され、

前記IDTの電極及び前記反射器の電極がAlまたはAlを主成分とする合金からなり、前記IDT及び前記反射器を覆うようにSiO₂膜が形成され、

前記IDT及び前記反射器の電極膜厚をT、前記SiO₂膜の膜厚をH、表面波の波長を λ としたとき、電極膜厚比 T/λ 及びSiO₂膜厚比 H/λ が、

$2.6\% \leq T/\lambda \leq 4.8\%$

$22\% \leq H/\lambda \leq 38\%$

に設定されていることを特徴とする表面波共振子フィルタ。

【請求項2】 請求項1に記載のIDT及び反射器からなる構成を1段として、 36° YカットX伝搬のLiTaO₃基板上に、前記構成が複数段形成され、前記各段が縦続接続されていることを特徴とする表面波共振子フィルタ。

【請求項3】 前記SiO₂膜がRFマグネトロンスパッタ法により形成されたことを特徴とする請求項1または請求項2に記載の表面波共振子フィルタ。

【請求項4】 請求項1に記載のIDTの総電極指対数 N_t が、

$14 \leq N_t \leq 68$

に設定されていることを特徴とする請求項1～請求項3のいずれかに記載の表面波共振子フィルタ。

【請求項5】 SiO₂膜厚比 H/λ が

$26\% \leq H/\lambda \leq 36\%$

に設定されていることを特徴とする請求項1～請求項4のいずれかに記載の表面波共振子フィルタ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、圧電基板上に複数のIDTと反射器とを形成してなる表面波共振子フィルタに関する。

【0002】

【従来の技術】 近年、各種通信機器に表面波フィルタが使用されるようになり、特に中間周波数（IF）段においてはデジタル化での移行に伴い、小形、高選択度、広帯域で群遅延特性のよいフィルタが要求されている。従来より、小形、低損失、広帯域な表面波フィルタとして、 36° YカットX伝搬のLiTaO₃基板上に、複数のIDT（インターデジタルトランスデューサ）を近接配置し、IDTの両側に反射器を形成した縦結合型の表面波共振子フィルタが広く知られている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、従来の 36° YカットX伝搬LiTaO₃基板を用いた共振子フィルタでは、中心周波数温度係数が約 $-35 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$

であり、例えば常温 $\pm 50^\circ\text{C}$ の温度範囲で、周波数が $\pm 1750 \text{ ppm}$ も変化する。このため、フィルタとしての実使用上の実効的な通過帯域幅が狭くなり、通過帯域近傍の選択度（隣接チャンネルでの減衰量）が不足するという問題があった。また、反射係数の大きさの関係で、十分にエネルギーを閉じ込めるために多くの本数の反射電極指からなる反射器が必要となり、小形化が困難であるという問題があった。

【0004】 そこで、本願発明者は、量産性に優れたRFマグネトロンスパッタ法によりIDT及び反射器上にSiO₂膜を形成して、周波数温度特性を改善する検討を行い、Al電極の膜厚、SiO₂の膜厚などを、特定の範囲に限定することにより、周波数温度特性を改善するとともに、反射器の電極指の本数を低減してより小形化できることを見出した。

【0005】 本発明の目的は、IDT及び反射器の電極膜厚、SiO₂膜厚、IDTの電極指対数を特定の範囲に限定することにより、安価かつ小形で、温度特性の良好な、高性能、広帯域な表面波共振子フィルタを提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】 上記目的を達成するために、請求項1に係る表面波共振子フィルタは、 36° YカットX伝搬のLiTaO₃基板上に、複数のIDTが近接して形成され、前記複数のIDTの両側に反射器が形成され、前記IDTの電極及び前記反射器の電極がAlまたはAlを主成分とする合金からなり、前記IDT及び前記反射器を覆うようにSiO₂膜が形成され、前記IDT及び前記反射器の電極膜厚をT、前記SiO₂膜の膜厚をH、表面波の波長を λ としたとき、電極膜厚比 T/λ 及びSiO₂膜厚比 H/λ が、 $2.6\% \leq T/\lambda \leq 4.8\%$
 $22\% \leq H/\lambda \leq 38\%$ に設定されていることを特徴とするものである。

【0007】 請求項2に係る表面波共振子フィルタは、請求項1に記載のIDT及び反射器からなる構成を1段として、 36° YカットX伝搬のLiTaO₃基板上に、前記構成が複数段形成され、前記各段が縦続接続されていることを特徴とするものである。

【0008】 請求項3に係る発明は、請求項1または請求項2に記載の表面波共振子フィルタにおいて、前記SiO₂膜がRFマグネトロンスパッタ法により形成されたことを特徴とするものである。

【0009】 請求項4に係る発明は、請求項1～請求項3のいずれかに記載の表面波共振子フィルタにおいて、1段のIDTの総電極指対数 N_t が、 $14 \leq N_t \leq 68$

に設定されていることを特徴とするものである。

【0010】 請求項5に係る発明は、請求項1～請求項4のいずれかに記載の表面波共振子フィルタにおいて、

SiO_2 膜厚比 H/λ が
 $26\% \leq H/\lambda \leq 36\%$

に設定されていることを特徴とするものである。

【0011】

【作用】請求項1に係る発明によれば、電極膜厚比 T/λ 及び SiO_2 膜厚比 H/λ を特定の範囲に限定することで、後述するように、小形で、挿入損失の小さな、温度特性の良好な表面波共振子フィルタを得ることができる。

【0012】請求項2に係る発明によれば、多段接続することにより、より高選択度のフィルタ特性を得ることができる。

【0013】請求項3に係る発明によれば、RFマグネトロンスパッタ法により SiO_2 膜を成膜することで、量産性を向上することができる。

【0014】請求項4に係る発明によれば、IDTの電極指対数を特定の範囲に限定することで、必要帯域幅を確保し、かつ通過帯域内でのリップルを低減することができる。

【0015】請求項5に係る発明によれば、 SiO_2 膜厚比 H/λ をさらに限定することで、周波数温度特性をさらに改善することができる。

【0016】

【実施例】以下、本発明をその実施例を示す図面に基づいて説明する。以下の平面図において、点塗り潰し部は SiO_2 膜で覆われた部分を示す。

【0017】本発明の第1実施例に係る表面波共振子フィルタの構成を図1(a)及び(b)に示す。図1

(a)は本発明の表面波共振子フィルタの最小単位である基本構成を示す平面図であり、(b)は(a)のX-X線断面図である。

【0018】図1に示すように、本実施例の表面波共振子フィルタは、 36° YカットX伝搬 LiTaO_3 基板1上に、互いの電極指が間挿し合うように配置された一対のくし型電極2a、2b及び一対のくし型電極3a、3bからなるIDT2及びIDT3が近接して形成され、IDT2、3の外側には複数の反射電極指からなる反射器4、4が形成されている。そして、IDT2、3及び反射器4、4を覆うように、 36° YカットX伝搬 LiTaO_3 基板1上に SiO_2 膜5が形成されている。

【0019】各くし型電極2a、2b、3a、3bには接続部に信号入出力のための露出電極部2c、2d、3c、3dが設けられ、露出電極部2c、3cは入出力端子6、6に接続され、露出電極部2d、3dはアースに接続される。

【0020】具体的には、 36° YカットX伝搬 LiTaO_3 基板1上にAl、またはAlにCuを1wt%程度添加したAl合金を蒸着またはスパッタ等により成膜した後、フォトリソグラフィ等によりパターンニングして

IDT2、3及び反射器4、4が形成される。次に、IDT2、3及び反射器4、4を覆うように、RFマグネトロンスパッタ等により SiO_2 膜5が形成される。

【0021】露出電極部2c、2d、3c、3dは、例えば、 CF_4 プラズマの中でイオンエッチングにより SiO_2 膜5の一部を除去するか、あるいは、 SiO_2 膜5形成時にマスクを用いることにより、電極を露出させて形成される。

【0022】なお、上記表面波共振子フィルタは、 36° YカットX伝搬 LiTaO_3 の母基板(ウエハ)に多数形成され、ダイサー等により個々に切断、分割されて製造される。図1(b)において、TはIDT2、3及び反射器4、4の電極膜厚、Hは SiO_2 膜の膜厚、 λ は表面波の波長である。

【0023】本発明の第2実施例に係る表面波共振子フィルタの構成を図2に示す。図2は表面波共振子フィルタの平面図であり、図1に示す構成を複数形成したものである。図2に示すように、本実施例の表面波共振子フィルタは、 36° YカットX伝搬 LiTaO_3 基板1上に、図1に示すIDT2、3及び反射器4、4で構成される表面波共振子フィルタが3つ並列に配置され、各表面波共振子フィルタを縦続接続して構成されている。IDT及び反射器の構成は図1に示すものとほぼ同様の構成であり、その説明を省略する。

【0024】このように、IDT及び反射器で構成される縦結合型の表面波共振子を多段接続することにより、帯域外減衰量の大きな高選択度の表面波共振子フィルタを得ることができる。

【0025】以下、図1に示す構成において、電極膜厚、 SiO_2 膜厚、電極指間ピッチ、電極指対数等を変化させて多数の試料を作成した実験の結果に基づいて、本発明に係る表面波共振子フィルタの設計条件の設定理由を説明する。

【0026】図3は、電極膜厚比 T/λ をパラメータとして、 SiO_2 膜厚比 H/λ に対するIDTまたは反射器の電極指1本あたりの反射係数の変化を示した図である。図3に示すように、電極指1本あたりの反射係数は、 SiO_2 膜厚H及び電極膜厚Tに依存し、いずれも膜厚が厚くなるにつれて単調増加する。

【0027】従来の(SiO_2 膜を形成しない) 36° YカットX伝搬 LiTaO_3 基板においては、共振子フィルタ内に十分に表面波のエネルギーを閉じ込め、所望の特性(挿入損失)を得るために、例えば電極膜厚比 T/λ を4.5%とした場合、反射器の電極指の本数が約50本必要であった。この場合($T/\lambda = 4.5\%$ 、 $H/\lambda = 0$)の電極指1本の反射係数は、図3に示すように0.06となる。

【0028】表面波共振子フィルタの小形化を図るためには、反射器の電極指の本数を減少することが必須であり、反射器の電極指の本数を従来の50本以下とするに

は、電極指1本の反射係数は少なくとも0.06以上が必要となる。しかしながら、 SiO_2 膜厚が厚いと、成膜時間が長くなり生産性が低下するうえに、基板に応力が生じ組立て加工中や組立て後に基板が割れたり、電極膜や SiO_2 膜にクラックが生じるという現象が起こる。

【0029】実用性のある SiO_2 膜厚比 H/λ である0~40%の範囲において、電極指1本の反射係数を0.06以上とするには、図3から、電極膜厚比 T/λ が2.6%以上あればよいことがわかる。したがって、電極膜厚比 T/λ を2.6%以上に設定することが、小形化を図るため条件となる。

【0030】図4は、 SiO_2 膜厚比 H/λ を29.5%とし、電極膜厚比 T/λ とフィルタの最小挿入損失の関係を示した図である。

【0031】図4に示すように、電極膜厚比 T/λ が2.5%付近までは、電極膜厚比 T/λ が厚くなるにつれ、反射器によって表面波のエネルギーが共振子フィルタ内に閉じ込められるため、挿入損失が小さくなっていく。しかし、電極膜厚比 T/λ が2.5%付近を越えると、電極膜厚比 T/λ を厚くすることにより挿入損失が大きくなっていく。これは、電極における表面波からバルク波へのモード変換による損失が大きくなっていくためと考えられる。

【0032】一般的に、IF段に用いられるフィルタにおいては高選択度が要求されるため、図2に示すような多段縦続接続構成のフィルタが必要となる。したがって、図2に示すような3段縦続接続を行うと、1段の構成のものに比べ、挿入損失は約3倍となる。つまり、図4における挿入損失の3倍が実際に使用されるフィルタの最小挿入損失となる。

【0033】一方、広帯域フィルタによく用いられるトランスパサル型設計手法では最小挿入損失は双方向性損6dBに他の損失を加えた値となるため、より低損失化をめざした本発明においては、3段縦続接続にした場合の最小挿入損失を6dB以下を目標とした。つまり、図4においては、挿入損失2dBの領域であり、電極膜厚比 T/λ を4.8%以下に設定すればよいことがわかる。

【0034】図5は、電極膜厚比 T/λ をパラメータとして、 SiO_2 膜厚比 H/λ と周波数温度係数の関係を示した図である。

【0035】図5に示すように、周波数温度係数は SiO_2 膜厚比 H/λ に依存するが、電極膜厚比 T/λ にも依存し、零温度係数の得られる SiO_2 膜厚比 H/λ *

- ①電極膜厚比 T/λ を $2.6\% \leq T/\lambda \leq 4.8\%$
- ② SiO_2 膜厚比 H/λ を $22\% \leq H/\lambda \leq 38\%$
望ましくは $26\% \leq H/\lambda \leq 36\%$
- ③IDTの総電極指対数 N_t を $14 \leq N_t \leq 68$

以上の結果に基づいて作成した公称中心周波数が11

*は、電極膜厚比 T/λ により変化する。

【0036】周波数温度係数の設計目標を従来のものの1/3以下として $\pm 10 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$ 以内とした。図5から、周波数温度係数を $\pm 10 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$ 以内にするには、前述した電極膜厚比 T/λ の設計条件2.6%~4.8%において、 SiO_2 膜厚比 H/λ を22%~38%に設定すればよいことがわかる。

【0037】また、周波数温度係数を水晶基板を用いた表面波フィルタの周波数温度係数に匹敵する $\pm 5 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$ 以内とするには、 SiO_2 膜厚比 H/λ を26%~36%に設定すればよいことがわかる。

【0038】次に、帯域内リップルを抑え、必要通過帯域幅を得るためのIDTの電極指の対数の適正な設定条件について述べる。図1に示したIDT2、3のそれぞれの電極指対数を N 、これら2つのIDTの電極指対数の総和(総電極指対数)を N_t とした場合、総電極指対数 N_t を変化させたときの帯域内リップル及び総電3dB比帯域幅の変化を図6に示す。

【0039】例えば、ヨーロッパのデジタルコードレス電話(DECT)の中心周波数110.6MHzのIFフィルタでは、必要通過帯域幅は公称中心周波数 $\pm 0.6 \text{ MHz}$ 以上、幅1.2MHz以上必要である。従来の 36° Y カットX伝搬 LiTaO_3 基板を用いた表面波共振子フィルタでは、温度特性、経時変化を含めて1.5MHz以上の通過帯域幅が必要であったが、本発明によれば、周波数温度係数を非常に小さくできるので、温度特性及び経時変化を考慮しても通過帯域幅を1.3MHz、比帯域幅にして約1.2%あれば実用上問題がない。また、帯域内リップルは、実用上1dB以下であることが要求される。

【0040】図6より、3dB比帯域幅1.2%以上、帯域内リップル1dB以下とするには、総電極指対数 N_t を14~68に、電極指対数 N を7~34に設定すればよいことがわかる。なお、IDTの電極指対数が多くなれば、挿入損失が大きくなっていくが、総電極指対数 N_t の上限値である68で、挿入損失が2dB以下であることは確認している。

【0041】以上説明したように、 36° Y カットX伝搬 LiTaO_3 基板を用いて、 SiO_2 膜を形成することで、周波数温度係数が $\pm 10 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$ 以内で、かつ小形化が可能で、低損失、低リップルの表面波共振子フィルタを実現するには、非常に限定された設計条件が必要である。その設計条件をまとめると以下のようになる。

【0042】

- $2.6\% \leq T/\lambda \leq 4.8\%$
- $22\% \leq H/\lambda \leq 38\%$
- $26\% \leq H/\lambda \leq 36\%$
- $14 \leq N_t \leq 68$

0.6MHzの表面波共振子フィルタの特性の一例を図

7に示す。図7は、図2に示す3段構成において、IDT及び反射器をAl電極で形成し、RFマグネトロンスパッタによりSiO₂膜を成膜し、電極膜厚比 T/λ を3.7%、SiO₂膜厚比 H/λ を29.5%、総電極指対数 N_t を28に設定した表面波共振子フィルタの周波数特性である。

【0043】3dB帯域幅は約1.5MHzであり、比帯域幅で1.36%が得られた。また、周波数温度係数を非常に小さく形成することができ、大きな減衰量が要求される110.6MHz±1.728MHzの周波数で、常温±50℃の温度範囲にて46dB以上の減衰量を確保することができた。また、反射係数を測定したところ、電極指1本あたりの反射係数は約0.75であった。

【0044】従来のSiO₂膜を形成しないフィルタと上記実施例のフィルタの中心周波数温度変化を図8に示す。図8から、中心周波数の温度変化が-35ppm/℃から+0.6ppm/℃に大幅に改善されていることがわかる。

【0045】また、電極指1本あたりの反射係数が約0.75と大きくとれ、反射器の電極指の本数を50本から40本に減らすことができ、また、IDTの放射コンダクタンスが大きくなるので、IDTの電極指対数を少なくでき、チップサイズとしては面積比で2/3に小形化することができ、表面波フィルタ用パッケージとして入手できるもののなかで従来比約1/3のサイズのパッケージに収納することができた。

【0046】なお、上記実施例では反射器間に2つのIDTを形成し、縦0次モードと縦1次モードを利用した2重モード共振子フィルタで説明したが、反射器間に3つ以上のIDTを形成した表面波共振子フィルタにも本発明を適用できる。

【0047】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、36°YカットX伝搬LiTaO₃基板上に形成されたIDT及び反射器を覆うようにSiO₂膜が形成され、かつ、電極膜厚比、SiO₂膜厚比及び総電極指対数を

特定の範囲に設定することにより、小形で、温度特性の良好な、高性能、広帯域な表面波共振子フィルタを得ることができる。

【0048】また、量産性のよいRFマグネトロンスパッタによりSiO₂膜を成膜することで、SiO₂の成膜コストを低減し、チップサイズの小型化により1枚のウエハーでの取れ個数が約1.5倍となり、温度特性の改善により歩留まりを向上することもでき、材料コストを低減するとともに、生産性を向上することができる。

10 【図面の簡単な説明】

【図1】(a)は本発明の第1実施例に係る表面波共振子フィルタの平面図、(b)は(a)のX-X線断面図である。

【図2】本発明の第2実施例に係る表面波共振子フィルタの平面図である。

【図3】本発明の実験により得られた、電極膜厚比 T/λ をパラメータとして、SiO₂膜厚比 H/λ と電極指1本の反射係数の関係を示す図である。

20 【図4】本発明の実験により得られた、電極膜厚比 T/λ と挿入損失の関係を示す図である。

【図5】本発明の実験により得られた、電極膜厚比 T/λ をパラメータとして、SiO₂膜厚比 H/λ と周波数温度係数の関係を示す図である。

【図6】本発明の実験により得られた、IDTの電極指総対数 N_t とリップル及び3dB比帯域幅の関係を示す図である。

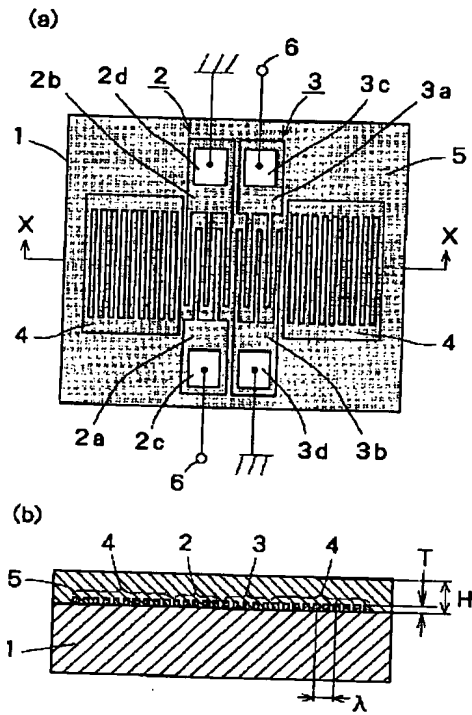
【図7】本発明に係る表面波共振子フィルタのフィルタ特性の一例である。

30 【図8】本発明に係る表面波共振子フィルタと従来の表面波共振子フィルタの中心周波数の温度変化を示す図である。

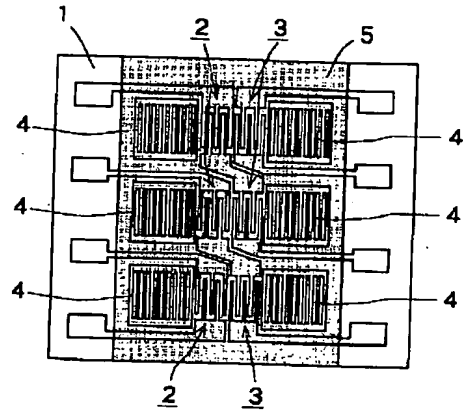
【符号の説明】

- | | |
|-----|---------------------------------|
| 1 | 36°YカットX伝搬LiTaO ₃ 基板 |
| 2、3 | IDT |
| 4 | 反射器 |
| 5 | SiO ₂ 膜 |

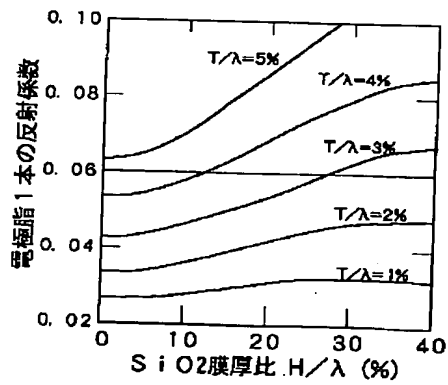
【図1】



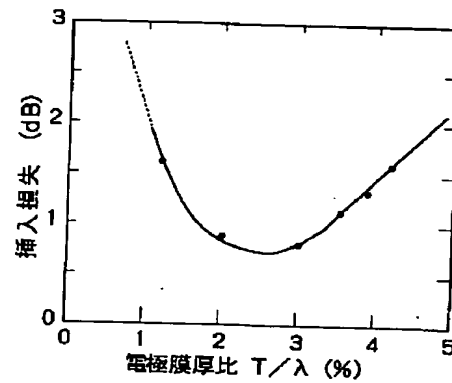
【図2】



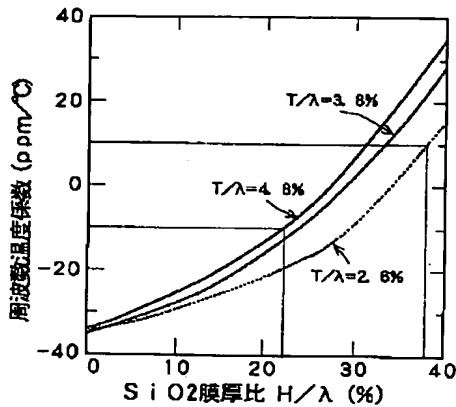
【図3】



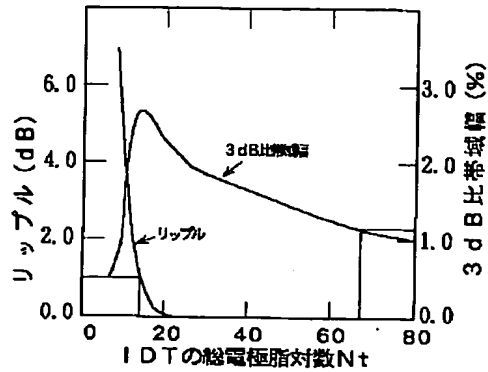
【図4】



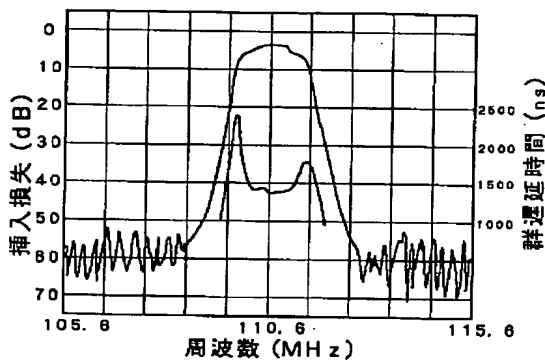
【図5】



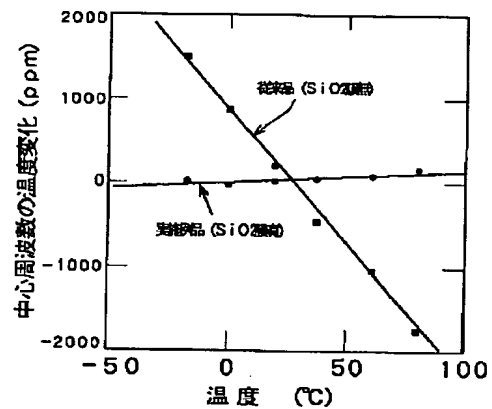
【図6】



【図7】



【図8】



【手続補正書】

【提出日】平成8年3月19日

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0043

【補正方法】変更

【補正内容】

【0043】3dB帯域幅は約1.5MHzであり、比帯域幅で1.36%が得られた。また、周波数温度係数を非常に小さく形成することができ、大きな減衰量が要求される110.6MHz±1.728MHzの周波数で、常温±50℃の温度範囲にて46dB以上の減衰量を確保することができた。また、反射係数を測定したところ、電極指1本あたりの反射係数は約0.075であった。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0045

【補正方法】変更

【補正内容】

【0045】また、電極指1本あたりの反射係数が約0.075と大きくとれ、反射器の電極指の本数を50本から40本に減らすことができ、また、IDTの放射コンダクタンスが大きくなるので、IDTの電極指対数を少なくでき、チップサイズとしては面積比で2/3に小形化することができ、表面波フィルタ用パッケージとして入手できるもののなかで従来比約1/3のサイズのパッケージに収納することができた。